

УДК 621.396.67

ШИРОКОПЛОСНАЯ МИКРОПОЛОСКОВАЯ АНТЕННА ДЛЯ СЕТЕЙ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Гафаров Е. Р., Крылов Р. М., Моисеенко Р. Д., Немшон А. Д., Саломатов А. Ю.
научный руководитель канд. техн. наук Саломатов Ю. П.

*Институт инженерной физики и радиоэлектроники
Сибирский федеральный университет*

В работе представлены результаты разработки микрополосковой широкополосной антенны для систем беспроводной передачи данных. Приведены характеристики антенны полученные теоретическим и экспериментальным путем.

Микрополосковые антенны (МПА) нашли широкое применение в системах беспроводной передачи данных в связи с рядом преимуществ таких как, компактность, малый вес, и простота изготовления. К недостаткам МПА следует отнести узкую полосу рабочих частот, что ограничивает их применение на практике. Для расширения полосы рабочих частот МПА используют комбинированную антенну, настроенную на две резонансные частоты, что позволяет обеспечить необходимую для беспроводных систем связи ширину полосы пропускания.

В данной работе для получения двух резонансов использовался прямоугольный излучатель с U-образной щелью (рисунок 1). U-образная щель добавляет емкостную составляющую в входное сопротивление, которая компенсирует индуктивную составляющую коаксиального кабеля.

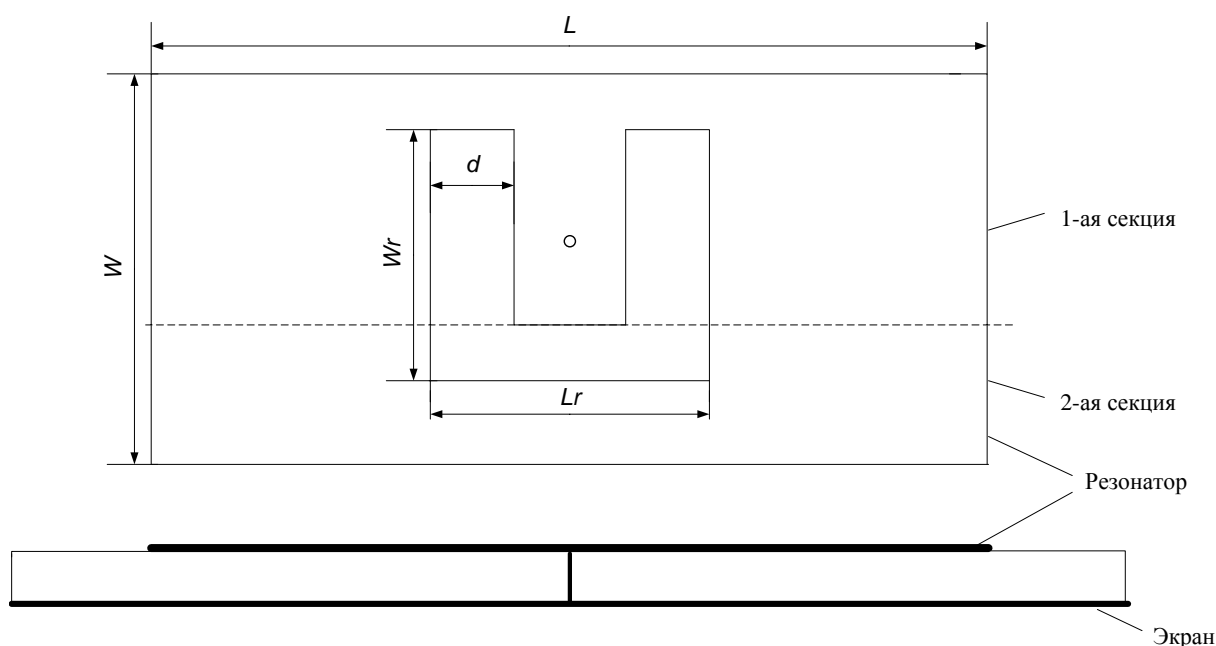


Рисунок 1 - Резонатор с U-образной щелью

Размеры МПА: $W = 55$ мм, $L = 116$ мм, $W_r = 39$ мм, $L_r = 28,5$ мм, $d = 8$ мм. Резонатор расположен на высоте 12,5 мм от экрана.

Обычные МПА представляет собой четырехполюсник с параллельным включением сопротивления (R_2), индуктивности (L_2) и емкости (C_2). Эквивалентная схема резонатора с U-образной щелью показана на рисунке 2.

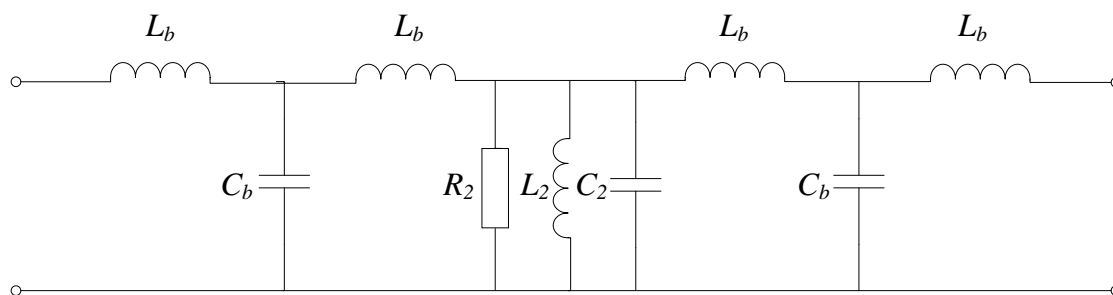


Рисунок 2 – Эквивалентная схема резонатора

Резонатор с U-образной щелью представлен в виде двух секций (рисунок 1). В первой секции выполнены две параллельные прорези, за счет которых добавляются индуктивность ΔL , и емкость ΔC , таким образом:

$$L_2 = L_1 + \Delta L \quad (1)$$

$$C_2 = \frac{C_1 \Delta C}{C_1 + \Delta C} \quad (2)$$

где L_1 и C_1 реактивные составляющие излучателя без U-образной щели.

Вторая секция рассматривается как две микрополосковые линии каждая, из которых состоит из последовательно включенных индуктивностей L_b и емкости C_b . Сопротивление резонатора с учетом емкостной и индуктивной составляющей рассчитывается по формуле 3.

$$Z = \frac{2Z_b Z_p + Z_b Z_b}{Z_p + 2Z_b} \quad (3)$$

$$Z_b = j\omega L_b + \frac{1}{\frac{1}{j\omega L_b} + j\omega C_b} \quad (4)$$

где Z_p входное сопротивление резонатора без U-образной щели.

Расчет характеристик антенны производился с помощью программного пакета *CST Microwave Studio*, который позволяет проводить полный электромагнитный анализ трехмерных структур. Антенна рассчитывалась на диапазон частот 1700-2170 МГц, данный диапазон включает в себя наиболее распространенные стандарты беспроводной передачи данных - 3G, GSM-1800, GSM-1900, DECT. Исходя из данных полученных расчетным путем, разработан макет антенны. На рисунке 3 приведены фотографии изготовленного макета антенны.

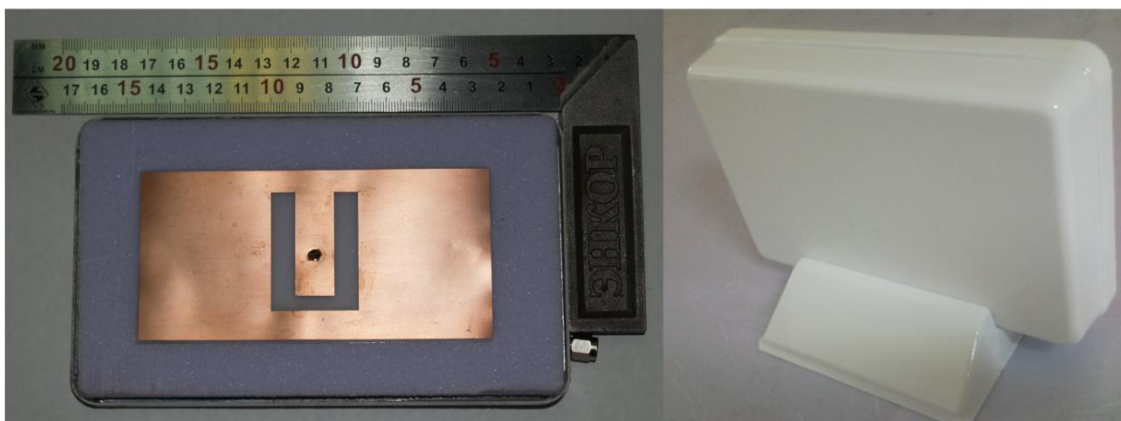


Рисунок 3 – Фотографии макета антенны

В качестве материала для изготовления резонатора был использован листовой фольгированный лавсан марки ЛФ-1. Внешние габариты антенны Ш×Д×В: 160×100×110 мм, вес макета 210 г.

Для измерений коэффициента отражения использовался прибор Микран Р2М-04. Рассчитанный и измеренный коэффициент отражения исследуемой антенны приведены на рисунке 4.

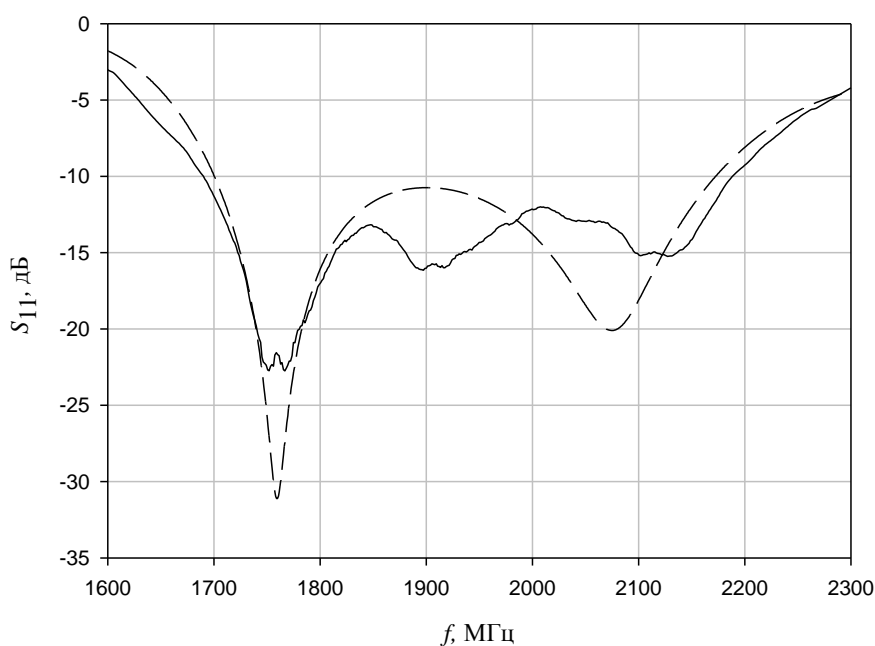


Рисунок 4 – Расчетный (пунктирная линия) и измеренный (сплошная линия) коэффициент отражения

Экспериментально полученная характеристика не значительно отличается от расчетной, уровень коэффициента отражения в полосе рабочих частот не превышает значения -10 дБ для модели и -12 дБ для макета. Наблюдается незначительное расхождение кривых на верхнем резонансе, что обусловлено неточностями при изготовлении антенны.

Для измерений диаграмм направленности использовался прибор Микран Р4М-18 (векторный анализатор цепей), функции которого позволяют представить коэффициент

передачи (S12) во временной области. Использование этой функции позволяет внести фильтрацию в виде временной отсечки импульса, таким образом исключить влияние переотражений сигнала от различных металлических предметов в измерительной комнате, т.е. такие измерения будут близки к эталонным измерениям в безэховой камере или на открытом пространстве.

На рисунке 5 представлены нормированные по уровню 0 дБ диаграммы направленности антенны на краях и в середине диапазона рабочих частот, полученные расчетным и экспериментальным путем.

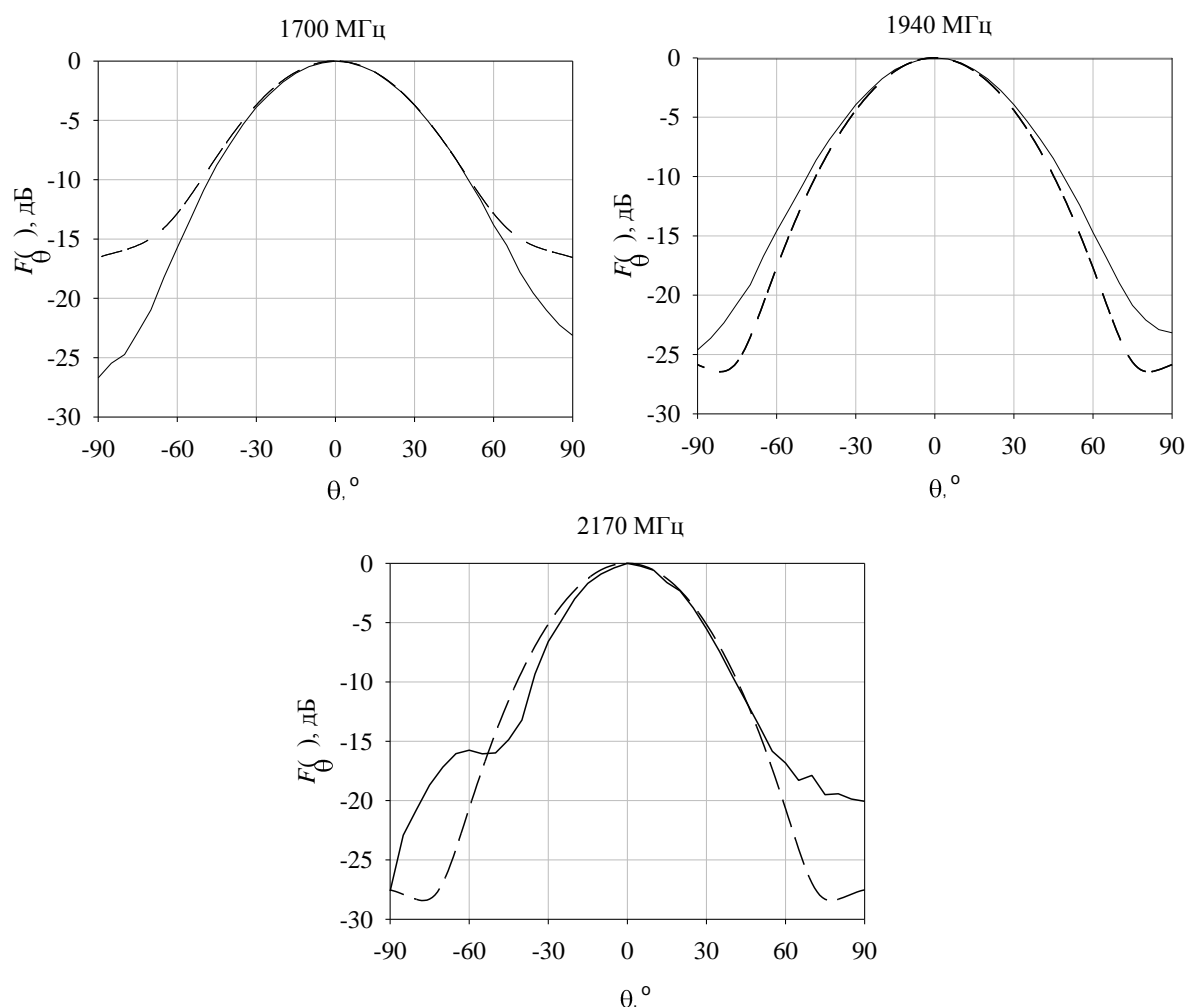


Рисунок 5 - Диаграммы направленности антенны (сплошная линия – эксперимент, пунктирная линия – расчет)

В результате проделанной работы получен качественный макет микрополосковой антенны, которая имеет широкую диаграмму направленности по уровню -10дБ в среднем 90°, что позволяет принимать сигнал со всех направлений полупространства, уровень боковых лепестков в полосе рабочих частот не выше -12 дБ, коэффициент усиления порядка 9дБ. Полоса рабочих частот микрополосковой антенны с U-образной щелью порядка 28% по уровню -10 дБ (КСВ=2), в то время как обычные микрополосковые антенны имеют ширину полосы частот не более 5%.